

(54) METHOD AND DEVICE FOR PREVENTION OF GENERATION OF PATH ERROR CAUSED BY FAST NC WORKING DROOP

(11) 63-26707 (A) (43) 4.2.1988 (19) JP

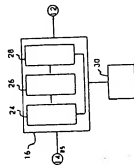
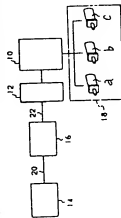
(21) Appl. No. 61-169936 (22) 21.7.1986

(71) MAKINO MILLING MACH CO LTD (72) KEIZO UCHIUMI

(51) Int. Cl. G05B19/407; B23Q15/00

**PURPOSE:** To process an NC working program at a high speed by converting previously the working data obtained from an NC working program into the shift command data through operation in response to a fast working instruction.

**CONSTITUTION:** This device consists of an NC program means 2 which supplies an NC working program compiled previously by a design drawing to a work to be worked by an NC machine tool, a fast NC working data producing device 16, an NC working data storing buffer memory 12, an NC device 10, and a drive motor group 18 which is controlled by the NC working command data given from the device 10. The device 16 performs an interpolation arithmetic in accordance with presence or absence of a fast processing command of the NC working program of the NC data received by a data receiving part 24 and sends data to a data transmitting part 28 via or bypass through a fast NC data processing part 26 which converts the NC data into the shift command data of the binary data that can be directly supplied to a servo mechanism of the device 10.



14. NC program supply means, 20. control panel, axis motor, b. Y axis motor, c. Z axis motor

⑩ 公開特許公報 (A) 昭63-26707

⑨ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑨公開 昭和63年(1988)2月4日

G 05 B 19/407

8225-5H

B 23 Q 15/00

H-7528-3C

審査請求 有 発明の数 2 (金6頁)

⑨発明の名称 高速NC加工のドループによる経路誤差の発生を防止するNC加工  
方法と装置

⑨特 願 昭61-169936

⑨出 願 昭61(1986)7月21日

⑨発 明 者 内 海 敬 三 神奈川県厚木市中依知143番地の5

⑨出 願 人 株式会社 牧野フライ 東京都目黒区中根2丁目3番19号  
ス製作所

⑨代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

高速NC加工のドループによる経路誤差の  
発生を防止するNC加工方法と装置

2. 特許請求の範囲

1. NC加工プログラム読取り部と情報処理部  
とサーボ機構を備えたNC装置に外部からの命令  
によってNC加工プログラムにもとづく移動指令  
データを前記サーボ機構に送達してNC加工動作  
をすることができるNC工作機械のNC加工方法  
において、前記NC工作機械のNC装置の情報処  
理部の前段で、高速加工命令に応じてNC加工プ  
ログラムによる加工データを予め移動指令データ  
に演算変換し、該移動指令データを前記NC装置  
のサーボ機構に情報処理部を介さずに伝送するこ  
とによって前記NC工作機械を高速NC加工動作  
させるとともに、前記移動指令データにおける前  
後2つのベクトルのなす角度を次々に演算し、該  
角度の大きさに応じて前記移動指令データを減速  
した移動指令データに演算変換して前記NC装置

のサーボ機構に伝送し、前記NC工作機械の加工  
動作経路を指令経路に接近させるように高速NC  
加工のドループによる経路誤差の発生を防止する  
NC加工方法。

2. NC加工プログラム読取り部と情報処理部と  
サーボ機構を備えたNC装置に外部からの命令に  
よってNC加工プログラムにもとづく移動指令デ  
ータを前記サーボ機構に直達してNC加工動作を  
することができるNC加工装置において、NC加  
工プログラム供給手段と前記NC工作機械のNC  
装置の情報処理部との間に設けられ、高速加工命  
令に応じてNC加工プログラムによる加工データ  
を予め移動指令データに演算変換する演算処理手  
段と、前記移動指令データにおける前後2つのベ  
クトルのなす角度を次々に演算する角度演算手段  
と、前記2つのベクトルのなす角度の大きさに応  
じて前記移動指令データを減速した移動指令デー  
タに演算変換する減速演算手段と、前記移動指令  
データを前記NC装置のサーボ機構に前記情報処  
理部を介さずに伝送する伝送手段とを備えたこと

を特徴とする高速NC加工ループによる経路誤差の発生を防止するNC加工装置。

### 3. 発明の詳細な説明 (発明の詳細な説明)

本発明は、数値制御工作機械による高速数値制御加工技術（以下、数値制御をNCという。）に関し、特に高速送りのNC加工において、NC指令に対するNC工作機械の追従遅れ（ドループ）に伴って発生する指令経路に対する実際の機械の動作経路の誤差を最少に導くようにしたNC加工方法及び装置に関する。

#### (従来技術)

NC工作機械によるNC加工においては、NC加工プログラムが自動プログラミング装置からNC装置に供給されると、そのNC装置の情報処理回路で読取り処理され、パルス分配回路でNC工作機械の名送り動作軸に対する位置指令パルスを通算発生させ、これを各軸の位置を制御するサーボ機構へ送り、この指令パルスに従って各送り

軸の駆動モータを駆動させてNC加工を実行する構成が知られている。

このようなNC装置によるNC工作機械の制御に当たっては、特にNC工作機械の工具を所望の輪郭経路に完全に一致した経路を移るようにすることは不可能であることから、一般に直線補間、円弧補間等の技術が用いられ、可及的に所望経路と一致した経路を通過させることによって、ワーク上に所望の加工形状を実現させるようにしていることは従来から周知である。然しながら、NC装置による指令とサーボ機構を経て実行される工作機械の動作との間には動作遅れが不可避であり、従って指令による加工速度を上げると、工作機械側の動作が追従し得ないために、特に加工経路のコーナ部では、指令経路より大きく内側の経路を辿る加工結果となり、故に誤差が大きく成るという欠陥がある。このような欠陥の解消策として、コーナ部の加工に当たって、コーナ部の送り速度データを直線部の送り速度データとは別に読取り処理するようにした数値制御装置が、例えば実開

昭60-116503号公報に開示されている。

然しながら、この公報に開示されたNC装置は、例えば1分間あたりに数百ミリメートルの加工を追跡させるという通常のNC装置内の演算処理手段によって実行されているものであり、加工データ量が多い場合全体のNC加工速度が低下してしまうという欠点があった。

#### (解決すべき問題点)

近時はNC加工技術を平面上の輪郭経路ばかりでなく、3次元曲面形状の加工に適用し、例えば、金型加工等に使われつつある。

然るに、このような3次元曲面形状の加工にあたっては、直線補間、円弧補間等の補間成分を微小なベクトルにして曲面を円滑に表現し、然もか微小なベクトルの連続で円滑な曲面の形成を達成するには、各微小な補間成分を指令するNC加工プログラムの処理を高速化しなければ、折角のNC加工の効率が悪い。従来NC装置では、上記微小な補間成分を指令するNC指令データを

きんだ各データブロックの演算処理時間の高速性に制限があり、故に、全体のNC加工速度が遅く、適正な高速NC加工を実現することは困難である。また、高速NC加工に当たっては、必然的に起こり得るサーボ機構のドループによる経路誤差を小さくすることも必要とされる。よって、本発明は高速NC加工を実現可能にすると同時に高速NC加工において不可避なドループによる経路誤差の発生を最少にするようにしたNC加工方法及び装置を提供せんとするものである。

#### (解決手段と作用)

すなわち、本発明は、NC加工プログラム読取り部と情報処理部とサーボ機構を備えたNC装置に外部からの命令によってNC加工プログラムにもとづく移動指令データを前記サーボ機構に送達してNC加工動作をすることができるNC工作機械のNC加工方法において、前記NC工作機械のNC装置の情報処理部の前段で、高速加工命令に応じてNC加工プログラムによる加工データを予

め移動指令データに演算し、該移動指令データを前記NC装置のサーボ機構に情報処理部を介さずに伝送することによって前記NC工作機械を高速NC加工動作させるとともに、前記移動指令データにおける前後2つのベクトルのなす角度を次々に演算し、該角度の大きさに応じて前記移動指令データを減速した移動指令データに演算変換して前記NC装置のサーボ機構に伝送し、前記NC工作機械の加工動作経路を指令経路に接近させるようにした高速NC加工のドループによる経路誤差の発生を防止するNC加工方法と、このような方法を実施する、NC加工プログラム読取部と情報処理部とサーボ機構を備えたNC装置に外部からの命令によってNC加工プログラムにもとづく移動指令データを前記サーボ機構に直送してNC加工動作をすることができるNC加工装置において、NC加工プログラム供給手段と前記NC工作機械のNC装置の情報処理部との間に設けられ、高速加工命令に応じてNC加工プログラムによる加工データを予め移動指令データに演算

変換する演算手段と、前記移動指令データにおける前後2つのベクトルのなす角度を次々に演算する角度演算手段と、前記2つのベクトルのなす角度の大きさに応じて前記移動指令データを減速した移動指令データに演算変換する減速演算手段と、前記移動指令データを前記NC装置のサーボ機構に前記情報処理部を介さずに伝送する接続手段とを備えたことを特徴とする高速NC加工のドループによる経路誤差の発生を防止するNC加工装置とを提供し、2次元輪郭加工のみならず、3次元曲面のNC加工の送りを高速でしかも高精度に実現させるものである。

ここで前記移動指令データとは、例えばNC加工プログラムの加工データによって指定された送り速度データを所定の単位時間当りの移動量（一回で与える移動量）としてバイナリデータに演算変換した指令データをいう。前記NC装置は前記バイナリデータの移動指令データを受け付け、その情報処理回路をバイパスしてサーボ機構に直送する機能を有するものである。また、前記減速

した移動指令データとは、例えば前記移動指令データ（一回で与える移動量）を複数回に分割して与え、前記単位時間当りの移動量を小さくして前記NC装置のサーボ機構に直送し、結果的に送り速度を減速するようにした移動指令データのことである。

以下、本発明を添付図面に基いて更に詳細に説明する。

#### (実施例)

第1図は、本発明に係る高速NC加工を実現する手段とそのドループによる誤差の発生を防止する手段を具備した高速NC加工装置の概略構成を示した概略図、第2図は第1図に示した高速NC加工装置における高速NC加工データの演算変換処理を行う高速NCデータ作成装置の構成を示したブロック図である。

さて、第1図に示す高速NC加工装置は、NC装置10、このNC装置10と分離又は付属設備されるNC加工データの格納用バッファメモリ手

段12、NC加工プログラムを供給するNC加工プログラム供給装置14、該NC加工プログラム供給装置14から供給されるNC加工プログラムから高速加工指令に応じて所定のNC加工データを高速NC加工用の加工データに演算、変換する高速NC加工データ作成装置16、上記NC装置10からのNC加工指令データに従って作動制御される駆動モータ群18等を具備して構成されている。

上述したNC加工プログラム供給装置14は、例えば、周知の自動プログラミング装置、ホストコンピュータ、あるいはフロッピー装置等によって構成すればよく、NC工作機械（図示略）で加工されるワークに対して設計図面に従って予めプログラムされたNC加工プログラムを供給、送出するものである。そして、このNC加工プログラム供給装置14と高速NC加工データ作成装置16とはインターフェース手段20によって結合されており、両者に高速NC加工データ作成装置16と上述のバッファメモリ手段12との間も同様の

インターフェース手段2によって結合されている。

NC加工プログラム供給装置14から供給されるNC加工プログラムは、通常または標準の速度モードでNC加工を実行すべきNC加工指令と高速モードでNC加工を実行すべきNC加工指令との両者を含んでおり、周知のブロック単位で次々と供給されるようになっている。このとき、本発明によれば、第3図のNCフォーマットに示すように、高速NC加工の開始を例えば、準備装置G05で予めNCプログラミングの段階で指令する。勿論、外部から加工の進捗状況に応じて高速NC加工を指令できるような外部操作手段を設けるようにしても良い。

このように高速NC加工指令G05を含んだNC加工プログラムが供給されると、高速NCデータ作成装置16は第2図に示すデータ受信部24において、そのNC加工プログラムを受信する。データ受信部24は該NC加工プログラムの各ブロックのNC指令データ毎に高速加工指令

G05の有無に依り、高速NCデータ処理部26を經由して或いは該高速NCデータ処理部26をバイパスしてNC指令データをデータ送信部28に送信する。さて、高速モードのときはそのNC指令データは高速NCデータ処理部26において補間演算等を行いNC装置のサーボ機構に直接供給可能なバイナリデータの移動指令データ（分配パルス数）に演算変換される。一方通常速度モードのときはNC指令データは、データ受信部24からそのままデータ送信部28に送出される。ここで注目すべき点は、高速NC加工を行うNC指令データは、3次元曲面形状等のように微小補間距離毎にNC加工を遂行して滑らかな加工曲面を得ようとする場合であり、斯る微小補間距離毎のNC加工を連続して3次元曲面を得るのに通常のごとくNC装置10において演算処理を遂行しては、演算処理に多大の時間を要し、NC加工による自動加工の高効率化を遂げない場合である。即ち、高速NCデータ作成装置16は、NC装置10内のサーボ機構へ直送できるデータを

NC装置10とは別の演算処理手段で予め高速度で作成してNC装置10によるオフセット処理、補間演算処理を全て省略し得るようにする機能を外部内に保有しているのである。

高速NCデータ作成装置16のデータ送信部28から送信されるNC指令データはそのまインターフェース22を介してバッファ装置12に格納され、そこから更にNC装置10に次々と送られる。上記バッファ装置12は高速度で作成されたNC加工指令データをを含めた全てのNC指令データを一時的に格納し、次に後段のNC装置10へ送出する機能を有したものである。なお、高速NCデータ作成装置16には操作型30が接続され、前述のように高速NC加工指令G05とは別に高速NC加工指令を人が加算することも可能であり、また、送り速度をNCプログラム中の指令による送り速度の変更設定を行うことも可能になっている。

高速モードのときはNC装置10は、既に各種の移動指令データに変換された高速NC加工用デ

ータをバッファメモリ手段12から一定時間間隔で読み取り、既述のように直ちにサーボ機構18に送られ、高速NC加工が実行される。また、通常速度モードの場合には、NC装置10内の演算処理部において、オフセット処理、直線補間処理、円弧補間処理等の必要な処理を受けてから、サーボ機構18に送出され、通常のNC装置の機能をそのまま保有するものである。

さて、NC加工においては、サーボ機構18、NC工作機械の送り機構等の機械的作動部を有することによって、NC指令による指令速度が大きい程これら機構部分の追従に遅れ、つまりドループが生じ、特にコーナ部において指令された加工経路に対して誤差が発生する。従って、上述した高速NCデータ作成装置16によって演算、変換された移動指令データ形成の高速NC加工データによって実行される高速NC加工に当たっては、NC装置10によって、特にコーナ部の経路に沿う高速NC加工、変曲点における高速NC加工、円弧等の大きな曲率を有した経路の高速NC加工

等を実行するとき、上記ドループによる誤差が発生し加工精度が低下するので、これを極力防止する必要がある。

ここで、本発明においては、NC工作機械の加工動作経路の進行方向の変化の程度に応じて、NC工作機械側における各種（通常、工作機械の技術分野では互いに直交するX軸、Y軸、Z軸の3軸が用いられる。）の送り速度を減速させるように制御を行い、ドループによる誤差の発生を防止するようにするものである。すなわち、高速NCデータ作成装置16において、上述したコーナー部の経路、大きな曲率を有した経路及び尖角点の前後の経路における前記移動指令データの各ブロックによって指令される最小な補間直線を示すベクトルに就いて、相隣る前後の2ブロックのベクトル間における角度変位を次々と検出し、これらの角度変化率の大きさに応じて上記送り速度を低下させるような移動指令データを作成するものである。

一般にNC加工における送り速度の制御は、一

定時間間隔で移動指令データをサンプリングに与えるようにした制御方式においては、一回で与える移動量（パルス分配数）を大きくしたりあるいは小さくしたりすることによって行なわれる。例えば、1.0ミリ秒間隔で移動指令データを与えるものとすると、一回で与える移動量は0.5mm/秒と、送り速度は3000mm/minとなり、該移動量を0.1mm/秒とすると6000mm/minとなる。

他方、高速NC加工を正確補間によって実行する際の各ブロック間の微小補間直線をベクトル表示した第4図を参照すると、相隣る前後ブロック間のベクトルA、B間の角度変位は内積の定理によって、 $\cos \theta = A \cdot B / |A| \cdot |B|$ の関係から $\theta$ が求められる。この $\theta$ の0から90°までの角度の変化に応じて例えば、0°付近のときには一回で与える移動量は指令速度に対応する量とし、 $\theta$ が大きくなるにしたがって前記移動量を分割して数回にわたって与えるようにすれば送り速度は減速され、結果的に高速NC加工の進行時にドループによる誤差を減少にすることができるのである。

る。

なお、本発明装置の高速NCデータ作成装置16は、NC工作機械のNC装置10の筐体内に同梱して設けても、本発明の作用効果に変わりはないことは言うまでもない。

#### （発明の効果）

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、3次元曲面のNC加工を高速NC加工によって実行し得ると共にその高速NC加工に際して不可避のドループによる指令経路と機械の実際の加工動作経路との間の誤差を減少にして高精度の高速NC加工を実行できる改善されたNC加工方法及び装置が得られるのである。従ってそのような高速NC加工方法及び装置を例えば複雑な3次元曲面を有する金型加工等に適用すれば、寸法精度が高く、かつ円滑な削り曲面を有した金型の製造が可能になる等の顕著な効果が得られる。

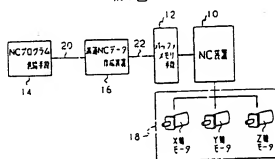
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による高速NC加工におけるド

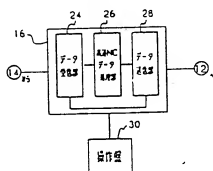
ループによる誤差の発生を防止する処理を具備した高速NC加工装置の構成図、第2図は高速NCデータ作成装置の構成を示したブロック図、第3図はNC加工プログラムに高速NC加工指令を含んだNCプログラムの例を示した図、第4図は高速NC加工データにおける次々のブロックによって指令される微小な補間直線を示すベクトルの角度変位を説明する図。

- 10…NC装置、
- 12…バッファメモリ手段、
- 14…NCプログラム供給装置、
- 16…高速NCデータ作成装置、
- 18…サンプリング、
- 20, 22…インターフェース、

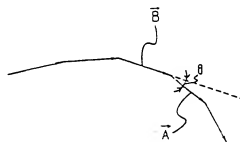
第1図



第2図



第4図



$$\cos \theta = \frac{\vec{A} \cdot \vec{B}}{|\vec{A}| \cdot |\vec{B}|}$$

Oxxxx

Sxxxx M03

G91 Fxxxx

G05 (高速度加工開始)

G01 Xxxx Yxxx Zxxx

X0 Y0 Z0 (高速度加工終了)

G90 Xxxx Yxxx Zxxx

G28 X0

M06 Txxxx

PRIOR ART INFORMATION LIST

## FOR SUBMITTING IDS

Your Ref :	
MITSUBISHI Ref :	519720-US-01
Our Ref :	PMDA-99077-US

Country, Application/Publication/Patent Number, Author, Title, Name of Document	Issue date (Application Date)	Concise Explanation of the Relevance (indication of page, column, line, figure of the relevant portion)
* ① Japan No. SHO 63-26707 A	Feb. 4, 1988	English Abstract
② Japan No. HEI 4-100122 A	Apr. 2, 1992	English Abstract
③ U. S. A. USP 5,544,046	Aug. 6, 1996	

\* : The prior art document identified in the specification.